

Pat 6

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-123468

(43)Date of publication of application : 15.05.1998

(51)Int.Cl.

G02C 7/06

(21)Application number : 08-297655

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 18.10.1996

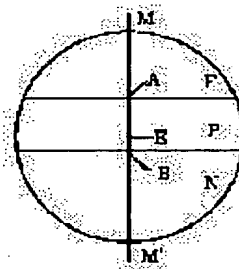
(72)Inventor : UENO YASUNORI
YANARI MITSUHIRO
TAKAHASHI FUMIO

(54) PROGRESSIVE MULTI-FOCUS LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable a user to comfortably continue near sight for a long time by separating the center of a near sight correcting area downward from a near sight eye point at a specific interval along a main meridian curve and specifying refractive power on the center or the like of a specific sight distance correcting area.

SOLUTION: A near sight part N having face refractive power corresponding to a near sight, a specific sight part F having face refractive power corresponding to a specific distance and an intermediate part P arranged between the near sight part N and the specific sight part F to continuously connect the face refractive power of both the areas are arranged along the main meridian curve MM'. A near sight eye point E is set up on a distance of 2 to 8mm upward from a near sight center B along the curve MM'. A conditional inequality $0.6 < (KE - KA) / (KB - KA) < 0.9$ is satisfied in accordance with the setting of a distance range from the eye point E up to the center B. Provided that KE is refractive power on the near sight eye point E, KA is refractive power on a specific center and KB is refractive point on the near sight center B.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.07.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The ***** reform field which has the field refractive power corresponding to a close-range view along with the main meridian curve which divides a lens refracting interface into a nose side field and an ear side field, The specific viewing-distance reform field which has the field refractive power corresponding to a specific distance which is substantially separated from a close-range view, It has the progressive field which connects the field refractive power of both fields continuously between the aforementioned ***** reform field and the aforementioned specific viewing-distance reform field. the center of the aforementioned ***** reform field Along with the aforementioned main meridian curve, an interval is separated from 2mm only 8mm below from a ***** eye point. It is KE about the refractive power in the eye point for *****. It carries out and is KA about the refractive power in the center of the aforementioned specific viewing-distance reform field. It carries out and is KB about the refractive power in the center of the aforementioned ***** reform field. When it carries out $0.6 < (KE - KA) / (KB - KA) < 0.9$ (1)

The progressive multi-focal lens characterized by satisfying *****.

[Claim 2] It is WF about the maximum width of the clear vision zone in the aforementioned specific viewing-distance reform field. It is WN about the maximum width of a clear vision zone [in / the aforementioned ***** reform field]. When it is referred to as (mm), refractive power in the center of the aforementioned specific viewing-distance reform field is set to KA (diopter) and refractive power in the center of the aforementioned ***** reform field is set to KB (diopter), it is $WF \geq 50 / (KB - KA)$. (2)

$WN \geq 50 / (KB - KA)$ (3)

The progressive multifocal lens according to claim 1 characterized by satisfying *****.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the progressive multifocal lens used as assistance of the accommodation-of-eye force.

[0002]

[Description of the Prior Art] The single focal lens, the bifocal lens, the progressive multifocal lens, etc. are used for reform of a presbyopia. Especially a progressive multifocal lens needs neither the substitute of spectacles, nor ** outside credit in the time of ***** and ***** also in these lenses. Moreover, a progressive multifocal lens does not have a boundary line like a bifocal lens in appearance. Therefore, the need over a progressive multifocal lens is increasing considerably.

[0003] A progressive multifocal lens is a spectacle lens for assistance of the regulation force when the accommodation-of-eye force declines and ***** becomes difficult. Generally, in the progressive multifocal lens, it has the ***** reform field (henceforth a "distance point") in which it is located up at the time of wearing, the downward ***** reform field (henceforth a "reading point"), and the progressive field (henceforth "pars intermedia") where refractive power changes continuously among both fields. In addition, in this invention, the "upper part", a "lower part", level ["level"], a "vertical", etc. show the physical relationship in the lens at the time of wearing. Moreover, the difference of the frequency for ** and the frequency for ** is called degree of subscription.

[0004] if a clear vision zone (the astigmatic difference is the range of 0.5 or less diopter) is widely secured in a distance point and a reading point and the meantime is generally connected with a progressive field (progressive band) in a progressive multifocal lens -- the side of the progressive band -- lens aberration comes to concentrate on a field consequently -- especially, the side of a progressive band -- a field -- setting -- the distortion of poor image formation (dotage of an image) and an image -- generating -- such a field -- a visual axis -- shaking (it being made to move) -- distortion of an image will be perceived by the wearing person as a shake of an image, and it will have bad unpleasant sensibility of a feeling of wearing

[0005] In order to solve the technical problem of such a visual-sense property, in the well-known progressive multifocal lens, the design and evaluation based on various viewpoints are made. It is used as the datum line for the nodal line (the main meridian curve) of the cross section along the meridian of a lens side to which a center is applied caudad and which runs it perpendicularly from the upper part mostly, and a body side lens side expressing specifications, such as the degree of subscription of a lens, about the configuration of a lens side, and is used as the important datum line also in the design of a lens.

[0006] Moreover, in consideration of a reading point approaching a nose side slightly from a center in the wearing state of a lens, the progressive multifocal lens (henceforth an "unsymmetrical successive promotion multifocal lens") which considered the reading point as unsymmetrical arrangement is proposed. Also in such an unsymmetrical successive promotion multifocal lens, the center line which consists of a nodal line of the cross section passing through the center for ** and the center for Kon and a body side lens side is used as the datum line. In this invention, these datum lines are named generically and it is called a "main meridian curve."

[0007] In the above technical backgrounds, while being indicated by JP,62-10617,A, the progressive multifocal lens of ***** attracts attention. It is a progressive multifocal lens based on the design which thinks ***** as important from the Nakama **, and there are little the shake and distortion of an image as compared with the successive promotion multifocal lens both for far and near, and an inside [this] ***** successive promotion multifocal lens has a comparatively large visual field from a hand to middle distance, and is said to be the spectacle lens which is [comparatively] especially easy to use indoors.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] You have to stop by the way, having to wear a lens with the big degree of subscription as the degree of an ebb of the eye-accommodation force becomes large. Generally, as the degree of subscription becomes large, the fault of the above progressive multifocal lenses becomes

more remarkable. That is, as the degree of subscription becomes large, the clear vision zone in a distance point and a reading point becomes narrower. Consequently, a visual axis is shaken in a distance point and a reading point, comfortable ***** cannot be carried out, but the whole face is shaken, and ***** must be carried out. moreover, the side of the progressive band which, the more, connects a distance point and a reading point the more the degree of subscription becomes large -- the lens aberration in a field increases consequently, the side of a progressive band -- if a visual axis is shaken in a field, while the shake and distortion of an image will increase, a feeling of wearing may get worse further, and wearing may become difficult

[0009] Moreover, in the conventional progressive multifocal lens, since it has set up so that it may not be concerned with the degree of an ebb of the eye accommodation force but may be visible to fitness from a distant place to the method of Kon, a progressive band is comparatively long. Therefore, when a ***** field will be located in the bottom of a frame and ***** a lens in the state where it ***** (ed) on the spectacles frame, you have to lower a visual axis greatly. Consequently, it is not only hard to see, but the asthenopia by lowering a visual axis greatly will be caused. Therefore, in the conventional progressive multifocal lens, it was difficult to continue method work of Kon like desk work for to some extent long time, for example.

[0010] By the way, in the inside ***** successive promotion multifocal lens of the former indicated by JP,62-10617,A, since the progressive band is comparatively long, a fault like the shake of the image looked at by the general progressive multifocal lens or distortion is canceled to some extent. However, since the visual axis had to be greatly lowered when ***** (ing), since the progressive band is long as mentioned above, there was un-arranging [of it being not only hard to see, but having caused asthenopia].

[0011] this invention is made in view of the above-mentioned technical problem, and aims at the ebb of the eye accommodation force offering the progressive multifocal lens to which a large person can also continue ***** comfortably for long time.

[0012]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the aforementioned technical problem, it sets to this invention. The ***** reform field which has the field refractive power corresponding to a close-range view along with the main meridian curve which divides a lens refracting interface into a nose side field and an ear side field, The specific viewing-distance reform field which has the field refractive power corresponding to a specific distance which is substantially separated from a close-range view, It has the progressive field which connects the field refractive power of both fields continuously between the aforementioned ***** reform field and the aforementioned specific viewing-distance reform field. the center of the aforementioned ***** reform field Along with the aforementioned main meridian curve, an interval is caudad separated from 2mm only 8mm from a ***** eye point. It is KE about the refractive power in the eye point for *****. It carries out and is KA about the refractive power in the center of the aforementioned specific viewing-distance reform field. It carries out and is KB about the refractive power in the center of the aforementioned ***** reform field. When it carries out $0.6 < (KE \cdot KA) / (KB \cdot KA) < 0.9$ (1)

The progressive multifocal lens characterized by satisfying ***** is offered.

[0013] It is WF about the maximum width of the clear vision zone [according to the desirable mode of this invention] in the aforementioned specific viewing-distance reform field. It is referred to as (mm). It is WN about the maximum width of the clear vision zone in the aforementioned ***** reform field. When it is referred to as (mm), refractive power in the center of the aforementioned specific viewing-distance reform field is set to KA (diopter) and refractive power in the center of the aforementioned ***** reform field is set to KB (diopter), $WF \geq 50 / (KB \cdot KA)$ (2)

$WN \geq 50 / (KB \cdot KA)$ (3)

***** is satisfied.

[0014]

[Embodiments of the Invention] Drawing 3 is drawing showing roughly the refractive-power distribution on the main meridian curve of the progressive multifocal lens of the conventional far and near serious consideration. First, with reference to drawing 3, the fault of the progressive multifocal lens of the conventional far and near serious consideration is explained. As shown in drawing 3, in the progressive multifocal lens of the conventional far and near serious consideration, the distance in alignment with the main meridian curve from the eye point E for ** used as the wearing criteria as a spectacle lens to the lower part A of a distance point F is small. That is, by the design technique of the progressive multifocal lens the conventional far and near serious consideration, the refractive-power augend in the eye point E for ** on the basis of the lower part A of a distance point F is about 5% which is the degree of subscription. For this reason, the aberration to generate is comparatively small, a good visual-sense property is

acquired, and it is possible to make large the clear vision zone of a distance point F to some extent. In addition, the eye point for ** is a shunt on the lens of a visual axis when the wearing person of spectacles is looking at the distant place with the natural posture, and it may be called the fitting point for **.

[0015] Moreover, it applies to the upper part B of a reading point N from the eye point E for **, and the refractive power on the main meridian curve is made to increase by about 95% of the degree of subscription in the progressive multifocal lens of the conventional far and near serious consideration. For this reason, the clear vision zone of a reading point N becomes small far rather than the clear vision zone of a distance point F. Therefore, although the progressive multifocal lens which has the refractive-power distribution shown in drawing 3 can be equal to practical use as the lens of far and near serious consideration, or a lens of serious consideration among **, not only as a lens of inside *****, a visual field is narrow, but the shake or distortion of an image cannot still bear practical use greatly. Furthermore, in the progressive multifocal lens of the conventional far and near serious consideration, since the distance from the eye point E for ** to a reading point N used as the wearing criteria as a spectacle lens is large, it will be necessary to lower a visual axis to shifting to ***** greatly, and asthenopia will be caused.

[0016] Then, in the progressive multifocal lens of this invention, the clear vision zone of a distance point is made to some extent into a sacrifice, and the range (if it is a slight presbyopia range to a distant place) to a specific distance which is substantially separated from a close-range view according to the degree of a wearing person's presbyopia is corrected. That is, in this invention, the feeling of wearing at the time of the work for Kon was thought as most important, and the length of a progressive band which has little winding defatigation of an eyeball is secured. Moreover, the latus reading point of a clear vision zone is secured, and the maximum astigmatic difference is decreased, and while also securing the clear vision zone in pars intermedia to some extent, the specific viewing-distance field is made large enough. In addition, in this invention, the specific viewing-distance reform field which has the field refractive power corresponding to a specific distance which is substantially separated from a close-range view is called "specific ****", the distance of the center of specific ****, i.e., a specific center, and the center of a reading point, i.e., the center for Kon, is called "length of a progressive band", and the augend of the refractive power added between a specific center and the center for Kon is called "degree of subscription."

[0017] In this invention, the eye point for Kon is set as 2 to 8mm distance up along with a main meridian curve from the center for Kon. Moreover, in this invention, the following conditional expression (1) is satisfied corresponding to a setup of the range from the eye point for Kon to the center for Kon.

$$0.6 < (KE \cdot KA) / (KB \cdot KA) < 0.9 \quad (1)$$

Here, it is KE : Refractive power in the eye point for Kon (diopter)

KA : refractive power in a specific center (diopter)

KB : refractive power in the center for Kon (diopter)

In addition, $(KE \cdot KA)$ means the refractive-power augend in the eye point for Kon on the basis of a specific center, and $(KB \cdot KA)$ means the degree of subscription.

[0018] Thus, in this invention, since distance from the eye point for Kon to the center for Kon used as the wearing criteria as a spectacle lens is made small, the aberration generated from the eye point for Kon, applying to a reading point is comparatively small, and a good visual-sense property is acquired. Moreover, while being able to shift to ***** from the Nakama **, without lowering a visual axis greatly, in a reading point, a latus clear vision zone is securable. moreover, the side of the field from the eye point for Kon to [if the refractive-power augend $(KE \cdot KA)$ in the eye point for Kon on the basis of a specific center is set to 60% - 90% of the degree of subscription $(KB \cdot KA)$] a reading point like this invention -- the astigmatic concentration in a field is mitigated, the shake, distortion, etc. of an image are suppressed, and a latus clear vision zone can be realized in a reading point and pars intermedia

[0019] Furthermore, in this invention, it applies to specific **** from the eye point for Kon, and refractive power is reduced 60% to 90% of the degree of subscription. by this composition, it applies to specific **** from the eye point for Kon, and a visual-sense property improves -- having -- the side of the main meridian curve -- the aberration concentration in a field is eased Consequently, the shake and distortion of an image can be mitigated and a latus clear vision zone can be secured. Moreover, it can constitute so that it applies to specific **** from the eye point for Kon, and connection between the eye point for Kon and specific **** may be continuous and may become smooth, since the degree of change of refractive power is comparatively small. Therefore, while the shake and distortion of an image can obtain comparatively few middle *****, the clear vision zone of specific **** is greatly securable.

[0020] By the way, when distance from the eye point for Kon to the center for Kon is made shorter than 2mm, focusing on specification, it will apply from the eye point for Kon, and the refractive power on the main meridian curve will decline greatly. It applies to specific **** from the eye point for Kon, and the degree of change of refractive power becomes large and it becomes impossible consequently, to obtain good middle ***** with little the shake of an image and distortion. It becomes impossible furthermore, to

secure a latus clear vision zone enough in specific ****.

[0021] Moreover, if distance from the eye point for Kon to the center for Kon is made shorter than 2mm, the distance to specific **** will become long too much, and will consist of an eye point for Kon with some upward glance in a specific viewing-distance state. If distance from the eye point for Kon to the center for Kon is made longer than 8mm and a visual axis will not be lowered greatly, it becomes impossible on the other hand, to shift to a ***** field. While causing asthenopia, it will become impossible consequently, to secure the grade latus clear vision zone set to the reading point.

[0022] Moreover, in this invention, it is desirable to satisfy the following conditional expression (2) and (3).
 $WF \geq 50/(KB \cdot KA)$ (2)

$WN \geq 50/(KB \cdot KA)$ (3)

Here, it is WF: The maximum width of the clear vision zone in specific **** (mm)

WN: the maximum width of the clear vision zone in a reading point (mm)

Since it becomes impossible to secure a latus clear vision zone enough in specific **** and a reading point when not satisfying conditional expression (2) and (3), it is not desirable.

[0023] In the design of the lens side of such a progressive multifocal lens, design evaluation is not carried out only within the limits of the circular configuration as a lens, but a design and evaluation of a field configuration are performed in this square supposing a square as shown in drawing 6 including the circular configuration of a lens side. It becomes possible making a practical lens side into the smoother outstanding configuration by optimizing a curved surface in a big field rather than including the circular configuration of a lens. In addition, in drawing 6, OG is the geometric center of a lens and W is the radius of a lens. Moreover, curvilinear ϕ_3 - ϕ_3 and σ_0 - σ_3 The cross section and the longitudinal section used as the criteria on the design which met the z-axis and the y-axis, respectively are shown.

[0024] Moreover, generally, since a progressive multifocal lens is processed according to a spectacles frame, the field of the distance point containing each field of a distance point, pars intermedia, and a reading point, especially a periphery and a reading point will change with configurations of a frame. Generally, a diameter is a circular lens beyond about 60m, the progressive multifocal lens before processing is supplied to a spectacles retail store, while it has been this circular configuration, and it is processed according to a desired spectacles frame configuration at a retail store. Therefore, it is based on the circular configuration before processing in the convention of the field configuration of the progressive multifocal lens by this invention. And in the design of the optimal side configuration of a progressive multifocal lens, it is important to aim at [rather than] balance of aberration also in consideration of the field configuration in a latus field not only including the central field where operating frequency is high but including the effective field used.

[0025] The example of this invention is explained based on an accompanying drawing. Before explaining a concrete example, each point which serves as criteria of a progressive multi-focal lens about the design technique of the progressive multi-focal lens in this invention first is explained. Drawing 4 is drawing explaining the situation of the eye in the state where the progressive multi-focal lens was worn, and shows the situation of the cross section in alignment with the main meridian curve, i.e., the perpendicular cross section of a lens. Like illustration, in order to rotate Eyeball O focusing on the point CR winding [eyeball], Look p will pass the various points on Lens L. And when gazing at a body soon, while a face becomes downward, also as for a look, only an angle alpha falls. If the progressive multi-focal lens is worn at this time, the look of both eyes will move the main meridian curve top of Lens L to a reading point from pars intermedia, carrying out congestion. What eyesight comes out of most by the part of a retina which feels a visual sense is macula-lutea section fovea centralis, when it is going to see a body, must turn an eye to a body so that a look may suit this fovea centralis position, and must form a clear image in this fovea centralis position. When not adjusting, the body side conjugate position of this fovea centralis position is called the regulation far point, and the locus T of this regulation far point when an eyeball rotates is called far point spherical surface.

[0026] Drawing 4 shows a hyperopia eye state, and since the hyperopia accommodation-of-eye far point is located after an eye, it can draw the far point spherical surface T centering on the winding point CR. Therefore, it becomes equivalent to macula-lutea section fovea centralis being in the position of this far point spherical surface T. Then, the beam of light p which goes to progressive multifocal-lens L through the winding point CR from this far point spherical surface T is considered, and the position which this beam of light p is refracted with Lens L, and is converged turns into a body position. At this time, if the position of s image (sagittal image) of the direction which intersects perpendicularly with the position and the main meridian curve of m image (meridional image) of a direction in alignment with the main meridian curve has agreed, it will be in a good image formation state. However, generally, m image and s image will not be in agreement like illustration, and the astigmatic difference will be produced. If the

grade of this astigmatic difference is remarkable, a body will flow and appear and will cause unpleasant visual senses of an image, such as distortion.

[0027] The curve shown in drawing 4 shows change of the far point spherical surface T and a conjugate point, and is a line which connected the mean place of m image and s image. And this curve corresponds to the so-called degree curve of subscription of the progressive multi-focal lens L. In the case of drawing 4, the number of refractivities of a distance point is [the number of refractivities of a reading point] two diopter in zero diopter (D), and the degree Ad of subscription will call it two diopter. And the interval delta of m image and s image corresponds to the astigmatic difference as aberration in the wearing state of a lens. Thus, it becomes possible to perform the lens design of the progressive multi-focal lens which can finally demonstrate the best performance in a busy condition by performing the performance evaluation of the lens in the state of actually wearing a progressive multi-focal lens.

[0028] By the way, the center of specific ****, i.e., a specific center, is a position on the main meridian curve which has the predetermined surface refraction average frequency in specific ****, and it is a point practically made into the metrics point of specific ****. Moreover, the center of a reading point, i.e., the center for **, is a position on the main meridian curve which has the predetermined surface refraction average frequency in a reading point, and it is a point practically made into the metrics point of a reading point. Moreover, the eye point for ** is a position made into criteria, in case a lens is ***** (ed) on a glasses frame, and it becomes the reference point for Kon which agrees with the look passage position for Kon in the state where the glasses frame was worn. In the example of this invention, although the position of the eye point for Kon and the geometric center of a lens are made in agreement, it is not necessary to not necessarily make it in agreement.

[0029] Drawing 1 is drawing showing the outline of a field partition of the progressive multi-focal lens concerning the example of this invention. As shown in drawing 1, the progressive multi-focal lens of this example is equipped with the pars intermedia P from which refractive power changes continuously between specific **** F located up at the time of wearing, the downward reading point N, and both fields. It is used as the datum line for the nodal line of the cross section which met the meridian of a lens side which runs perpendicularly mostly, applying it to a lower part from the upper part in the state of wearing, and a body side lens side, i.e., main meridian curvilinear MM', expressing specifications, such as the degree of subscription of a lens, about the configuration of a lens side. Thus, with the progressive multi-focal lens by which the symmetrical design was carried out, the specific center A, the eye point E for Kon, and the center B for Kon are on main meridian curvilinear MM'.

[0030] Thus, the progressive multi-focal lens of drawing 1 is equipped with the pars intermedia P which connects the field refractive power of both fields continuously between the reading point N which has the field refractive power corresponding to a close-range view, and the reading point N and specific **** F which have the field refractive power corresponding to a specific distance which is substantially separated from a close-range view along with main meridian curvilinear MM'. [specific **** F, and] And between a reading point N, the specific center A, and the centers B for Kon can be considered [center / specific / A / the upper part] to be pars intermedia P for a lower part from specific ****F and the center B for Kon. Although refractive power is changing continuously and cannot classify each field clearly on the refracting interface of a progressive multi-focal lens, generally a field partition like [when considering the structure of a lens] drawing 1 as an effective means is adopted.

[0031] Drawing 2 is drawing showing roughly the refractive-power distribution on the main meridian curve of the progressive multi-focal lens of this example. In drawing 2, the vertical axis shows the main meridian curve of a progressive multi-focal lens, and the horizontal axis shows the number of refractivities on the main meridian curve (unit D : diopter), respectively. As shown in drawing 2, the average frequency of the surface refractive power on the main meridian curve is constituted so that it may connect from the specific center A continuously and smoothly to the center B for Kon via the eye point E for Kon.

[0032] With the progressive multi-focal lens of this example, the distance in alignment with the main meridian curve from the eye point E for Kon to the center B for Kon is 5mm. Moreover, the distance in alignment with the main meridian curve from the eye point E for Kon to the specific center A is 14mm. Therefore, the length, the distance, i.e., the progressive band, in alignment with the main meridian curve from the specific center A to the center B for Kon, is 19mm. Moreover, when drawing 2 is referred to, with the progressive multi-focal lens of this example, the number of average refractivities of specific **** F (base curve) is 3.5diopter, and the degree Ad of subscription is 1.5diopter. Therefore, like illustration, the number of refractivities in the specific center A is 3.5diopter, and the number of refractivities in the center B for Kon is 5.0diopter.

[0033] Drawing 5 is astigmatic difference curvilinear views, such as a progressive multi-focal lens of this example, and shows the result which performed the performance evaluation in the wearing state of a lens

according to the design technique shown in drawing 4 . drawing 5 -- setting -- etc. -- the astigmatic difference curve is shown by the value for every 0.5diopter When drawing 5 is referred to, with the progressive multi-focal lens of this example, the maximum of the astigmatic difference is a 1.0D (diopter) grade, and it turns out that the good Nakama ** and good ***** with little a shake and distortion of an image are possible. moreover, the loose frequency inclination from the specific center A to the eye point E for Kon -- the pars intermedia P from the lower part of specific **** F -- applying -- the side -- both the densities and inclination showing the astigmatic difference, such as a field, of a line are decreasing

[0034] In this example, in order to make the Nakama ** and ***** easy to carry out, the distance in alignment with the main meridian curve from the eye point E for Kon used as the wearing criteria as a spectacle lens to the center B for Kon is small set up with 5mm. For this reason, when seeing the transverse plane of a face, the number of power of lenses becomes what suited ***** a little from the Nakama ** and the Nakama **, and it is a little easy to carry out ***** from the Nakama ** and the Nakama **. Moreover, as shown in drawing 5 , the aberration generated from the eye point E for Kon, applying to a reading point N is comparatively small, a good visual-sense property is acquired, and the clear vision zone of a reading point N can be made large to some extent.

[0035] Moreover, in this example, the refractive-power augend in the eye point E for Kon on the basis of the specific center A is set to about 75% of the degree Ad (1.5diopter) of subscription. That is, the difference of the refractive power in the center B for Kon and the refractive power in the eye point E for Kon serves as about 0.35 diopter. consequently, the side of the field of the center B for Kon to the pars intermedia P which results in the center mostly -- the astigmatic concentration in a field was mitigated, the shake, distortion, etc. of an image were suppressed, and as shown in drawing 5 , the large clear vision zone is realized in a reading point N and pars intermedia P

[0036] Furthermore, in this example, since the distance from the eye point E for Kon to the center B for Kon used as the wearing criteria as a spectacle lens is small set up with 5mm, it can shift to a ***** field from middle ***** , without lowering a look greatly. Furthermore, the maximum width WN of a clear vision zone [in / a reading point N / as shown in drawing 5] It is about 40mm and a sufficiently large clear vision zone can be secured compared with the conventional progressive multi-focal lens in a reading point N. Incidentally, the degree Ad of subscription is the maximum width WN of a clear vision zone [in / a reading point N / since it is 1.5diopter]. Conditional expression (3) is satisfied.

[0037] Moreover, in this example, focusing on [A] specification, it applies from the eye point E for Kon, and the refractive power on the main meridian curve is reduced about 75% of the degree Ad of subscription. That is, the difference of the refractive power in the eye point E for Kon and the refractive power in the specific center A serves as about 1.15 diopter. by this composition, it applies to specific **** F from the eye point E for Kon, and a visual-sense property improves -- having -- the side of the main meridian curve -- the aberration concentration in a field is eased Consequently, the shake and distortion of an image can be mitigated and a large clear vision zone can be secured.

[0038] Moreover, it can constitute so that it applies from the eye point E for Kon focusing on [A] specification, and connection between the eye point E for Kon and specific **** F may become continuously smooth, since the degree (1.15 diopter / 14mm=0.082) of change of refractive power is comparatively small. Therefore, comparatively few middle ***** of the shake of an image or distortion can be obtained. Furthermore, the maximum width WF of a clear vision zone [in / specific **** F / as shown in drawing 5] It is about 60mm and a sufficiently large clear vision zone can be secured compared with the conventional progressive multi-focal lens in specific **** F. Incidentally, the degree Ad of subscription is the maximum width WF of a clear vision zone [in / specific **** F / since it is 1.5diopter]. Conditional expression (2) is satisfied.

[0039] In addition, in this example, although the distance from the eye point E for Kon to the center B for Kon is set up with 5mm, even if it sets this distance as 2mm - 8mm, the same effect can be acquired. However, when distance from the eye point E for Kon to the center B for Kon is made shorter than 2mm, focusing on [A] specification, it will apply from the eye point E for Kon, and the refractive power on the main meridian curve will decline about 95% of the degree Ad of subscription. It applies to specific **** F from the eye point E for Kon, and the degree of change of refractive power becomes large and it becomes impossible consequently, to obtain good middle ***** with little the shake of an image and distortion. It becomes impossible furthermore, to secure a sufficiently large clear vision zone in specific **** F.

[0040] Moreover, if distance from the eye point E for Kon to the center B for Kon is made shorter than 2mm, the distance to specific ****F will become long too much, and will consist of an eye point E for Kon with some upward glance in specific distance *****. If distance from the eye point E for Kon to the center B for Kon is made longer than 8mm and a look will not be lowered greatly, it becomes impossible on the other hand, to shift to a ***** field. While causing asthenopia, it will become impossible consequently, to secure a to some extent large clear vision zone in a reading point N.

[0041] In addition, it is difficult to explain the inclination of the surface refractive power to a periphery completely only with the inclination of the surface refractive power on the main meridian curve. However, it becomes possible to realize the progressive multi-focal lens of *****, while keeping good the aberration balance covering the whole lens side by the refractive-power distribution on the above main meridian curves and having the outstanding visual-sense property. Moreover, in this example, although this invention is applied to the symmetrical progressive multi-focal lens on the basis of the main meridian curve, this invention is applicable also to the unsymmetrical successive promotion multi-focal lens made to bias a reading point to a nose side.

[0042]

[Effect] As explained above, according to this invention, a decline of the eye-accommodation force can realize the progressive multi-focal lens with which a large person can also continue ***** comfortably for long time.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the outline of the field partition of the progressive multifocal lens concerning the example of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing roughly the refractive power distribution on the main meridian curve of the progressive multifocal lens of this example.

[Drawing 3] It is drawing showing roughly the refractive power distribution on the main meridian curve of the progressive multifocal lens of the conventional far and near serious consideration.

[Drawing 4] It is drawing explaining the situation of the eye in the state where the progressive multifocal lens was worn, and the situation of the cross section in alignment with the main meridian curve, i.e., the perpendicular cross section of a lens, is shown.

[Drawing 5] They are astigmatic difference curvilinear views, such as a progressive multifocal lens of this example.

[Drawing 6] It is drawing explaining the cross section and the longitudinal section used as the criteria for designing the progressive multifocal lens of this invention.

[Description of Notations]

F Specific ****

N Reading point

P Pars intermedia

A A specific center

B The center for **

E The eye point for **

MM' main meridian curve

Ad The degree of subscription

T Far point spherical surface

O Eyeball

CR Cycloduction point

L Lens

OG Geometric center

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-123468

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月15日

(51) Int.Cl.⁵

G 0 2 C 7/06

識別記号

F I

G 0 2 C 7/06

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-297655

(22) 出願日 平成8年(1996)10月18日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 上野 保典

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 矢成 光弘

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 高橋 文男

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

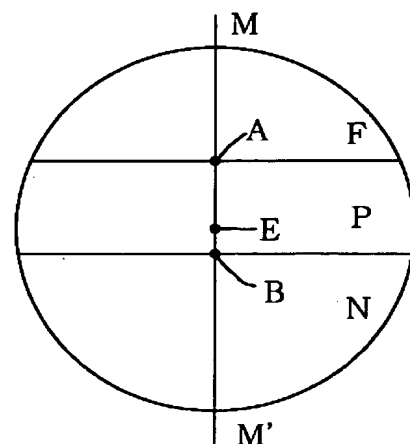
(74) 代理人 弁理士 山口 孝雄

(54) 【発明の名称】 累進多焦点レンズ

(57) 【要約】

【課題】 目の調節力の衰退が大きい人でも長い時間に亘って快適に近方視を継続することのできる累進多焦点レンズ。

【解決手段】 主子午線曲線MM'に沿って、近用部Nと、特定視部Fと、中間部Pとを備えている。近用中心Bは、近用アイポイントEから主子午線曲線に沿って下方に2mmから8mmだけ間隔を隔てている。そして、近用アイポイントにおける屈折力 K_E 、特定中心Aにおける屈折力 K_A 、近用中心Bにおける屈折力 K_B は、 $0.6 < (K_E - K_A) / (K_B - K_A) < 0.9$ の条件を満足する。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レンズ屈折面を鼻側領域と耳側領域とに分割する主子午線曲線に沿って、近景に対応する面屈折力を有する近用視矯正領域と、近景よりも実質的に離れた特定距離に対応する面屈折力を有する特定視距離矯正領域と、前記近用視矯正領域と前記特定視距離矯正領域との間において両領域の面屈折力を連続的に接続する累

$$0.6 < (K_E - K_A) / (K_B - K_A) < 0.9 \quad (1)$$

の条件を満足することを特徴とする累進多焦点レンズ。

【請求項2】 前記特定視距離矯正領域における明視域の最大幅を W_F (mm)とし、前記近用視矯正領域における明視域の最大幅を W_N (mm)とし、前記特定視距離矯正領域の中心での屈折力を K_A (ディオプター)とし、前記近用視矯正領域の中心での屈折力を K_B (ディオプター)としたとき、

$$W_F \geq 50 / (K_B - K_A) \quad (2)$$

$$W_N \geq 50 / (K_B - K_A) \quad (3)$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1に記載の累進多焦点レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、眼の調節力の補助として使用する累進多焦点レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】老視の矯正には、単焦点レンズや、バイフォーカルレンズや、累進多焦点レンズなどが用いられている。これらのレンズの中でも特に累進多焦点レンズは、遠方視時と近方視時とで眼鏡の掛け替えや掛け外しを必要としない。また、累進多焦点レンズは、外観的にもバイフォーカルレンズのような境目がない。したがって、累進多焦点レンズに対する需要がかなり高まっている。

【0003】累進多焦点レンズは、眼の調節力が衰退して近方視が困難になった場合の調節力の補助用眼鏡レンズである。一般に、累進多焦点レンズでは、装用時において上方に位置する遠用視矯正領域（以下、「遠用部」という）と、下方の近用視矯正領域（以下、「近用部」という）と、双方の領域の間において連続的に屈折力が変化する累進領域（以下、「中間部」という）とを備えている。なお、本発明において「上方」、「下方」、「水平」および「鉛直」等は、装用時のレンズにおける位置関係を示すものである。また、近用度数と遠用度数との差を加入度と呼ぶ。

【0004】一般に、累進多焦点レンズにおいて、遠用部および近用部において明視域（非点隔差が0.5ディオプター以下の範囲）を広く確保し、その間を累進領域（累進帯）で結ぶと、その累進帯の側方領域にレンズ収差が集中するようになる。その結果、特に累進帯の側方領域において結像不良（像のボケ）および像の歪みが発生し、このような領域で視線を振る（移動させる）と装

2

* 進領域とを備え、

前記近用視矯正領域の中心は、近用アイポイントから前記主子午線曲線に沿って下方に2mmから8mmだけ間隔を隔て、

前記近用アイポイントでの屈折力を K_E とし、前記特定視距離矯正領域の中心での屈折力を K_A とし、前記近用視矯正領域の中心での屈折力を K_B としたとき、

10 用者には像の歪みが像の揺れとして知覚され、装用感の悪い不快な感じを抱くことになる。

【0005】このような視覚特性の課題を解決するために、公知の累進多焦点レンズにおいては様々な観点に基づく設計および評価がなされている。レンズ面の形状に関しては、レンズ面のほぼ中央を上方から下方にかけて鉛直に走る主子午線に沿った断面と物体側レンズ面との交線（主子午線曲線）がレンズの加入度などの仕様を表すための基準線として用いられ、レンズの設計においても重要な基準線として用いられている。

20 【0006】また、レンズの装用状態において近用部が中央からわずかに鼻側に寄ることを考慮して、近用部を非対称な配置とした累進多焦点レンズ（以下、「非対称累進多焦点レンズ」という）が提案されている。このような非対称累進多焦点レンズにおいても、遠用中心と近用中心とを通る断面と物体側レンズ面との交線からなる中心線が基準線として用いられる。本発明においては、これらの基準線を総称して「主子午線曲線」という。

30 【0007】以上のような技術背景の中で、特開昭62-10617号公報に開示された中近両用の累進多焦点レンズが注目されている。この中近両用累進多焦点レンズは、中間視から近方視を重視する設計に基づく累進多焦点レンズであり、遠近両用累進多焦点レンズと比較して像の揺れや歪みが少なく且つ手元から中間距離までの視野が比較的広く、特に室内では比較的使い易い眼鏡レンズであるといわれている。

【0008】

40 【発明が解決しようとする課題】ところで、目の調節力の衰退の度合いが大きくなるにつれて、加入度の大きなレンズを装用しなければならなくなる。一般に、加入度が大きくなればなるほど、上述のような累進多焦点レンズの欠点が顕著になる。すなわち、加入度が大きくなればなるほど、遠用部および近用部における明視域が狭くなる。その結果、遠用部および近用部において視線を振って快適な側方視をすることができず、顔全体を振って側方視をしなければならなくなる。また、加入度が大きくなればなるほど、遠用部と近用部とを結ぶ累進帯の側方領域におけるレンズ収差が増大する。その結果、累進帯の側方領域で視線を振ると、像の揺れや歪みが増大するとともに装用感がさらに悪化し、装用が困難になってしまうことがある。

50 【0009】また、従来の累進多焦点レンズでは、目の

3

調節力の衰退の度合いに関わらず遠方から近方まで良好に見えるように設定しているため、累進帯が比較的長い。したがって、レンズを眼鏡フレームに枠入れした状態では、近用視領域がフレームの最下部に位置することになり、近方視する場合には視線を大きく下げなければならない。その結果、見づらいたくなく、視線を大きく下げることによる眼精疲労を引き起こすことになる。したがって、従来の累進多焦点レンズでは、たとえばデスクワークのような近方作業をある程度長い時間に亘って継続することが困難であった。

【0010】ところで、特開昭62-10617号公報に開示された従来の中近両用累進多焦点レンズでは、累進帯が比較的長いので、一般の累進多焦点レンズに見られる像の揺れや歪みのような欠点はある程度解消されている。しかしながら、上述したように、累進帯が長いので近方視する場合には視線を大きく下げなければならないので、見づらいたくなく眼精疲労を引き起こすという不都合があった。

$$0.6 < (K_E - K_A) / (K_B - K_A) < 0.9 \quad (1)$$

の条件を満足することを特徴とする累進多焦点レンズを提供する。

【0013】本発明の好ましい態様によれば、前記特定視距離矯正領域における明視域の最大幅を W_F (mm)とし、前記近用視矯正領域における明視域の最大幅を W_N (mm)とし、前記特定視距離矯正領域の中心での屈折力を K_A (ディオプター)とし、前記近用視矯正領域の中心での屈折力を K_B (ディオプター)としたとき、 $W_F \geq 50 / (K_B - K_A)$ (2)

$$W_N \geq 50 / (K_B - K_A) \quad (3)$$

の条件を満足する。

【0014】

【発明の実施の形態】図3は、従来の遠近重視の累進多焦点レンズの主子午線曲線上の屈折力分布を概略的に示す図である。まず、図3を参照して、従来の遠近重視の累進多焦点レンズの欠点について説明する。図3に示すように、従来の遠近重視の累進多焦点レンズでは、眼鏡レンズとしての装用基準となる遠用アイポイントEから遠用部Fの下方Aまでの主子午線曲線に沿った距離が小さい。すなわち、従来の遠近重視の累進多焦点レンズの設計手法では、遠用部Fの下方Aを基準とした遠用アイポイントEでの屈折力増加量が加入度の約5%である。このため、発生する収差が比較的小さく、良好な視覚特性が得られ、遠用部Fの明視域をある程度広くすることが可能になっている。なお、遠用アイポイントとは、眼鏡の装用者が自然の姿勢で遠方を見ているときの視線のレンズ上での通過点であり、遠用フィッティングポイントと呼ばれることもある。

【0015】また、従来の遠近重視の累進多焦点レンズでは、遠用アイポイントEから近用部Nの上方Bにかけて主子午線曲線上での屈折力を加入度の約95%だけ増

4

*【0011】本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、目の調節力の衰退が大きい人でも長い時間に亘って快適に近方視を継続することのできる累進多焦点レンズを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明においては、レンズ屈折面を鼻側領域と耳側領域とに分割する主子午線曲線に沿って、近景に対応する面屈折力を有する近用視矯正領域と、近景よりも実質的に離れた特定距離に対応する面屈折力を有する特定視距離矯正領域と、前記近用視矯正領域と前記特定視距離矯正領域との間において両領域の面屈折力を連続的に接続する累進領域とを備え、前記近用視矯正領域の中心は、近用アイポイントから前記主子午線曲線に沿って下方に2mmから8mmだけ間隔を隔て、前記近用アイポイントでの屈折力を K_E とし、前記特定視距離矯正領域の中心での屈折力を K_A とし、前記近用視矯正領域の中心での屈折力を K_B としたとき、

$$0.6 < (K_E - K_A) / (K_B - K_A) < 0.9 \quad (1)$$

加させている。このため、近用部Nの明視域が遠用部Fの明視域よりもはるかに小さくなる。したがって、図3に示す屈折力分布を有する累進多焦点レンズは、遠近重視のレンズや遠中重視のレンズとしては実用に耐えることができるが、中近重視のレンズとしては視野が狭いだけでなく像の揺れや歪みが依然として大きく実用に耐えることができない。さらに、従来の遠近重視の累進多焦点レンズでは、眼鏡レンズとしての装用基準となる遠用アイポイントEから近用部Nまでの距離が大きいので、近方視に移行するのに視線を大きく下げる必要があり、眼精疲労を引き起こしてしまう。

【0016】そこで、本発明の累進多焦点レンズでは、遠用部の明視域をある程度犠牲にし、装用者の老視の度合いに応じて近景よりも実質的に離れた特定距離までの範囲（軽度の老視であれば遠方までの範囲）を矯正している。すなわち、本発明では、近用作業時の装用感を最重視して、眼球の回旋疲労が少ないような累進帯の長さを確保している。また、明視域の広い近用部を確保し、且つ最大非点隔差を減少させ、中間部における明視域もある程度確保するとともに特定視距離領域を十分に広くしている。なお、本発明において、近景よりも実質的に離れた特定距離に対応する面屈折力を有する特定視距離矯正領域を「特定視部」と呼び、特定視部の中心すなわち特定中心と近用部の中心すなわち近用中心との距離を「累進帯の長さ」と呼び、特定中心と近用中心との間で付加される屈折力の増加量を「加入度」と呼ぶ。

【0017】本発明においては、近用アイポイントを近用中心から主子午線曲線に沿って上方に2mmから8mmの距離に設定している。また、本発明においては、近用アイポイントから近用中心までの距離範囲の設定に対応して、次の条件式(1)を満足する。

(4)

5

$$0.6 < (K_E - K_A) / (K_B - K_A) < 0.9 \quad (1)$$

ここで、

K_E : 近用アイポイントでの屈折力 (ディオプター)

K_A : 特定中心での屈折力 (ディオプター)

K_B : 近用中心での屈折力 (ディオプター)

なお、 $(K_E - K_A)$ は特定中心を基準とした近用アイポイントでの屈折力増加量を意味し、 $(K_B - K_A)$ は加入度を意味する。

【0018】このように、本発明では、眼鏡レンズとしての装用基準となる近用アイポイントから近用中心までの距離を小さくしているため、近用アイポイントから近用部にかけて発生する収差が比較的小さく、良好な視覚特性が得られる。また、視線を大きく下げることなく中間視から近用視へ移行することができるとともに、近用部において広い明視域を確保することができる。また、本発明のように、特定中心を基準とした近用アイポイントでの屈折力増加量 $(K_E - K_A)$ を加入度 $(K_B - K_A)$ の60%~90%に設定すると、近用アイポイントから近用部に至る領域の側方領域における非点収差の集中が軽減され、像の揺れや歪みなどが抑えられ、近用部および中間部において広い明視域を実現することができる。

【0019】さらに、本発明では、近用アイポイントから特定視部にかけて加入度の60%~90%だけ屈折力を低下させている。この構成により、近用アイポイントから特定視部にかけて視覚特性が改良され、主子午線曲線の側方領域における収差集中が緩和される。その結果、像の揺れや歪みを軽減することができ、広い明視域を確保することができる。また、近用アイポイントから特定視部にかけて屈折力の変化の度合いが比較的小さいため、近用アイポイントと特定視部との接続が連続的で滑らかになるように構成することができる。したがって、像の揺れや歪みが比較的小さい中間視状態を得ることができるとともに、特定視部の明視域を大きく確保することができる。

【0020】ところで、近用アイポイントから近用中心までの距離を2mmよりも短くすると、近用アイポイントから特定中心にかけて主子午線曲線上での屈折力が大きく低下することになる。その結果、近用アイポイントから特定視部にかけて屈折力の変化の度合いが大きくなり、像の揺れや歪みの少ない良好な中間視状態を得ることができなくなる。さらに、特定視部において十分広い明視域を確保することができなくなる。

【0021】また、近用アイポイントから近用中心までの距離を2mmよりも短くすると、近用アイポイントから特定視部までの距離が長くなりすぎて、特定視距離状態において上目遣い気味になってしまう。一方、近用アイポイントから近用中心までの距離を8mmよりも長くすると、視線を大きく下げなければ近用視領域に移行することができなくなる。その結果、眼精疲労を引き起

6

すとともに、近用部においてある程度広い明視域を確保することができなくなってしまう。

【0022】また、本発明においては、次の条件式

(2) および (3) を満足することが望ましい。

$$W_F \geq 50 / (K_B - K_A) \quad (2)$$

$$W_N \geq 50 / (K_B - K_A) \quad (3)$$

ここで、

W_F : 特定視部における明視域の最大幅 (mm)

10 W_N : 近用部における明視域の最大幅 (mm)

条件式 (2) および (3) を満足しない場合、特定視部および近用部において十分広い明視域を確保することができなくなるので好ましくない。

【0023】このような累進多焦点レンズのレンズ面の設計においては、レンズとしての円形状の範囲内のみにおいて設計評価するのではなく、レンズ面の円形状を含む図6に示すような四角形を想定し、この四角形内において面形状の設計および評価を行う。レンズの円形状を包含するより大きな面において曲面を最適化することによって、実用的レンズ面をより滑らかな優れた形状にすることが可能になる。なお、図6において、OGはレンズの幾何中心であり、Wはレンズの半径である。また、曲線 $\Phi 3 \sim \Phi -3$ および $\Sigma 0 \sim \Sigma 3$ は、それぞれz軸およびy軸に沿った設計上の基準となる横断面および縦断面を示している。

【0024】また、一般に、累進多焦点レンズは眼鏡フレームに合わせて加工されるため、遠用部、中間部および近用部の各領域、特に周辺部を含む遠用部および近用部の領域は、フレームの形状によって異なることになる。加工前の累進多焦点レンズは一般に直径が60mm程度以上の円形レンズであり、この円形状のまま眼鏡小売店に供給され、小売店において所望の眼鏡フレーム形状に合わせて加工される。したがって、本発明による累進多焦点レンズの面形状の規定においては、加工前の円形状を基準としている。そして、累進多焦点レンズの最適面形状の設計においては、使用頻度の高い中央領域ばかりでなく、使用される有効領域を含むより広い領域における面形状をも考慮して、収差のバランスを図ることが肝要である。

40 【0025】本発明の実施例を、添付図面に基づいて説明する。具体的な実施例を説明する前に、まず本発明における累進多焦点レンズの設計手法について、また累進多焦点レンズの基準となる各点について説明する。図4は、累進多焦点レンズを装用した状態における眼の様子を説明する図であり、主子午線曲線に沿った断面すなわちレンズの鉛直断面の様子を示している。図示のように、眼球Oは眼球回旋点CRを中心に回転するため、視線pはレンズL上の種々の点を通過することになる。そして、近く物体を見つめるときには顔が下向きになると同時に視線も角度 α だけ下がる。このとき累進多焦点レ

50

(5)

7

レンズを装用していれば、両眼の視線は輻輳しながらレンズLの主子午線曲線上を中間部から近用部へ移動することになる。視覚を感じる網膜の部位で最も視力がでるのは黄斑部中心窩であり、物体を見ようとする場合、この中心窩位置に視線が合うように物体に眼を向けて、鮮明な像をこの中心窩位置に形成しなければならない。調節しないとき、この中心窩位置の物体側共役位置を調節遠点と称し、眼球が回転移動したときのこの調節遠点の軌跡Tを遠点球面と呼んでいる。

【0026】図4は遠視眼状態を示したものであり、遠視眼の調節遠点は眼後に位置するから回旋点CRを中心とした遠点球面Tを描くことができる。したがって、この遠点球面Tの位置に黄斑部中心窩があることと等価となる。そこで、この遠点球面Tから回旋点CRを通り累進多焦点レンズLへ向かう光線pを考え、この光線pがレンズLで屈折されて収束する位置が物体位置となる。このとき、主子午線曲線に沿った方向のm像（メリディオナル像）の位置と主子午線曲線に直交する方向のs像（サジタル像）の位置とが合致していれば良好な結像状態となる。しかしながら、一般には、図示のようにm像とs像とが一致せず、非点隔差を生ずることになる。この非点隔差の程度が著しいと、物体が流れて見え、像の歪み等の不快な視覚の原因となる。

【0027】図4に示す曲線は遠点球面Tと共役な点の変化を示しており、m像とs像との平均位置を結んだ線である。そして、この曲線が、累進多焦点レンズLのいわゆる加入度曲線に対応している。図4の場合、遠用部の屈折度数が0ディオプター（D）で近用部の屈折度数が2ディオプターであり、加入度Adが2ディオプターということになる。そして、m像とs像との間隔Δがレンズの装用状態における収差としての非点隔差に対応する。このように、実際に累進多焦点レンズを装用する状態でのレンズの性能評価を行うことによって、最終的に使用状態において最良の性能を発揮することのできる累進多焦点レンズのレンズ設計を行うことが可能になる。

【0028】ところで、特定視部の中心すなわち特定中心とは、特定視部での所定の表面屈折平均度数を有する主子午線曲線上の位置であり、実用上は特定視部の測定基準点とされる点である。また、近用部の中心すなわち近用中心とは、近用部での所定の表面屈折平均度数を有する主子午線曲線上の位置であり、実用上は近用部の測定基準点とされる点である。また、近用アイポイントとは、レンズを眼鏡フレームに枠入れする際に基準とされる位置であり、眼鏡フレームを装用した状態において近用視線通過位置と合致する近用基準点となる。本発明の実施例において、近用アイポイントの位置とレンズの幾何中心とを一致させているが、必ずしも一致させる必要はない。

【0029】図1は、本発明の実施例にかかる累進多焦点レンズの領域区分の概要を示す図である。図1に示す

8

ように、本実施例の累進多焦点レンズは、装用時において上方に位置する特定視部Fと、下方の近用部Nと、双方の領域の間において連続的に屈折力が変化する中間部Pとを備えている。レンズ面の形状に関しては、装用状態でレンズ面のほぼ中央を上方から下方にかけて鉛直に走る子午線に沿った断面と物体側レンズ面との交線すなわち主子午線曲線MM'がレンズの加入度などの仕様を表すための基準線として用いられている。このように対称設計された累進多焦点レンズでは、特定中心A、近用アイポイントE、近用中心Bは、主子午線曲線MM'上にある。

【0030】このように、図1の累進多焦点レンズは、主子午線曲線MM'に沿って、近景に対応する面屈折力を有する近用部Nと、近景よりも実質的に離れた特定距離に対応する面屈折力を有する特定視部Fと、近用部Nと特定視部Fとの間において両領域の面屈折力を連続的に接続する中間部Pとを備えている。そして、特定中心Aよりも上方を特定視部F、近用中心Bよりも下方を近用部N、特定中心Aと近用中心Bとの間を中間部Pと考えることができる。累進多焦点レンズの屈折面上では屈折力が連続的に変化しており各領域を明確に区分することができないが、レンズの構造を考える上で有効な手段として図1のような領域区分が一般的に採用されている。

【0031】図2は、本実施例の累進多焦点レンズの主子午線曲線上の屈折力分布を概略的に示す図である。図2において、縦軸は累進多焦点レンズの主子午線曲線を、横軸は主子午線曲線上の屈折度数（単位D：ディオプター）をそれぞれ示している。図2に示すように、主子午線曲線上の表面屈折力の平均度数は、特定中心Aから近用アイポイントEを経由して近用中心Bまで連続的に且つ滑らかに接続するように構成されている。

【0032】本実施例の累進多焦点レンズでは、近用アイポイントEから近用中心Bまでの主子午線曲線に沿った距離は5mmである。また、近用アイポイントEから特定中心Aまでの主子午線曲線に沿った距離は14mmである。したがって、特定中心Aから近用中心Bまでの主子午線曲線に沿った距離すなわち累進帯の長さは19mmである。また、図2を参照すると、本実施例の累進多焦点レンズでは、特定視部Fの平均屈折度数（ベースカーブ）が3.5ディオプターで、加入度Adが1.5ディオプターである。したがって、図示のように、特定中心Aにおける屈折度数は3.5ディオプターであり、近用中心Bにおける屈折度数は5.0ディオプターである。

【0033】図5は、本実施例の累進多焦点レンズの等非点隔差曲線図であり、図4に示す設計手法にしたがってレンズの装用状態における性能評価を行った結果を示している。図5において、等非点隔差曲線は0.5ディオプターごとの値で示されている。図5を参照すると、

9

本実施例の累進多焦点レンズでは、非点隔差の最大値が1.0D（ディオプター）程度であり、像の揺れや歪みが少ない良好な中間視および近用視が可能であることがわかる。また、特定中心Aから近用アイポイントEまでの緩やかな度数勾配により、特定視部Fの下方から中間部Pにかけて側方領域の等非点隔差を表す線の密度および勾配がともに減少している。

【0034】本実施例では、中間視および近用視をし易くするために、眼鏡レンズとしての装用基準となる近用アイポイントEから近用中心Bまでの主子午線曲線に沿った距離を5mmと小さく設定している。このため、顔の正面を見るときにレンズの度数が中間視および中間視からやや近方視に合ったものとなり、中間視および中間視からやや近方視がし易くなっている。また、図5に示すように、近用アイポイントEから近用部Nにかけて発生する収差が比較的小さく、良好な視覚特性が得られ、近用部Nの明視域をある程度広くすることができる。

【0035】また、本実施例では、特定中心Aを基準とした近用アイポイントEでの屈折力増加量を加入度Ad（1.5ディオプター）の約75%に設定している。すなわち、近用中心Bでの屈折力と近用アイポイントEでの屈折力との差が約0.35ディオプターとなっている。その結果、近用中心Bから中間部Pのほぼ中央に至る領域の側方領域における非点収差の集中が軽減され、像の揺れや歪みなどが抑えられ、図5に示すように近用部Nおよび中間部Pにおいて広い明視域を実現している。

【0036】さらに、本実施例では、眼鏡レンズとしての装用基準となる近用アイポイントEから近用中心Bまでの距離を5mmと小さく設定しているため、視線を大きく下げることなく中間視領域から近用視領域へ移行することができる。さらに、図5に示すように、近用部Nにおける明視域の最大幅 W_N は約40mmであり、近用部Nにおいて従来の累進多焦点レンズに比べて十分広い明視域を確保することができる。因みに、加入度Adは1.5ディオプターであるため、近用部Nにおける明視域の最大幅 W_N は条件式（3）を満足している。

【0037】また、本実施例では、近用アイポイントEから特定中心Aにかけて主子午線曲線上での屈折力を加入度Adの約75%だけ低下させている。すなわち、近用アイポイントEでの屈折力と特定中心Aでの屈折力との差が約1.15ディオプターとなっている。この構成により、近用アイポイントEから特定視部Fにかけて視覚特性が改良され、主子午線曲線の側方領域における収差集中が緩和されている。その結果、像の揺れや歪みを軽減することができ、広い明視域を確保することができる。

【0038】また、近用アイポイントEから特定中心Aにかけて屈折力の変化の度合い（ $1.15 \text{ディオプター} / 14 \text{mm} = 0.082$ ）が比較的小さいため、近用ア

(6)

10

イポイントEと特定視部Fとの接続が連続的で且つ滑らかになるように構成することができる。したがって、像の揺れや歪みの比較的小さい中間視状態を得ることができる。さらに、図5に示すように、特定視部Fにおける明視域の最大幅 W_F は約60mmであり、特定視部Fにおいて従来の累進多焦点レンズに比べて十分広い明視域を確保することができる。因みに、加入度Adは1.5ディオプターであるため、特定視部Fにおける明視域の最大幅 W_F は条件式（2）を満足している。

10 【0039】なお、本実施例では、近用アイポイントEから近用中心Bまでの距離を5mmと設定しているが、この距離を2mm～8mmに設定しても同様の効果を得ることができる。ただし、近用アイポイントEから近用中心Bまでの距離を2mmよりも短くすると、近用アイポイントEから特定中心Aにかけて主子午線曲線上での屈折力が加入度Adの約95%だけ低下することになる。その結果、近用アイポイントEから特定視部Fにかけて屈折力の変化の度合いが大きくなり、像の揺れや歪みの少ない良好な中間視状態を得ることができなくなる。さらに、特定視部Fにおいて十分広い明視域を確保

20 することができなくなる。
【0040】また、近用アイポイントEから近用中心Bまでの距離を2mmよりも短くすると、近用アイポイントEから特定視部Fまでの距離が長くなりすぎて、特定距離視状態において上目遣い気味になってしまう。一方、近用アイポイントEから近用中心Bまでの距離を8mmよりも長くすると、視線を大きく下げなければ近用視領域に移行することができなくなる。その結果、眼精疲労を引き起こすとともに、近用部Nにおいてある程度

30 広い明視域を確保することができなくなってしまう。
【0041】なお、主子午線曲線上での表面屈折力の傾向だけでは、周辺部までの表面屈折力の傾向を完全に説明することは難しい。しかしながら、上述のような主子午線曲線上での屈折力分布によって、レンズ面全体に亘る収差バランスを良好に保ち、優れた視覚特性を有する中近重視の累進多焦点レンズを実現することが可能となる。また、本実施例では、主子午線曲線を基準として左右対称な累進多焦点レンズに本発明を適用しているが、近用部を鼻側に偏位させた非対称累進多焦点レンズにも

40 本発明を適用することができる。

【0042】

【効果】以上説明したごとく、本発明によれば、目の調節力の衰退が大きい人でも長い時間に亘って快適に近方視を継続することのできる累進多焦点レンズを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例にかかる累進多焦点レンズの領域区分の概要を示す図である。

50 【図2】本実施例の累進多焦点レンズの主子午線曲線上の屈折力分布を概略的に示す図である。

(7)

11

【図3】従来の遠近重視の累進多焦点レンズの主子午線曲線上の屈折力分布を概略的に示す図である。

【図4】累進多焦点レンズを装用した状態における眼の様子を説明する図であり、主子午線曲線に沿った断面すなわちレンズの鉛直断面の様子を示している。

【図5】本実施例の累進多焦点レンズの等非点隔差曲線図である。

【図6】本発明の累進多焦点レンズを設計するための基準となる横断面および縦断面を説明する図である。

【符号の説明】

F 特定視部

N 近用部

P 中間部

A 特定中心

B 近用中心

E 近用アイポイント

MM' 主子午線曲線

A_d 加入度

T 遠点球面

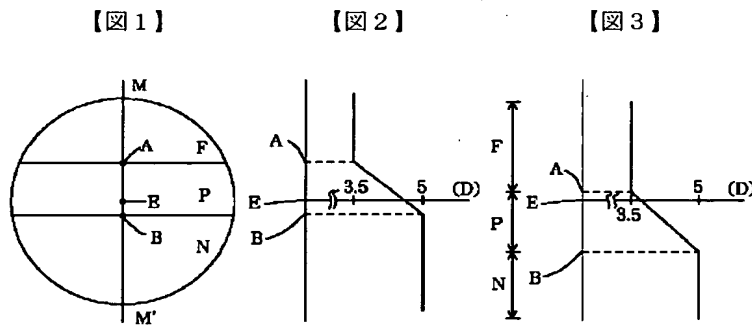
O 眼球

CR 眼球回旋点

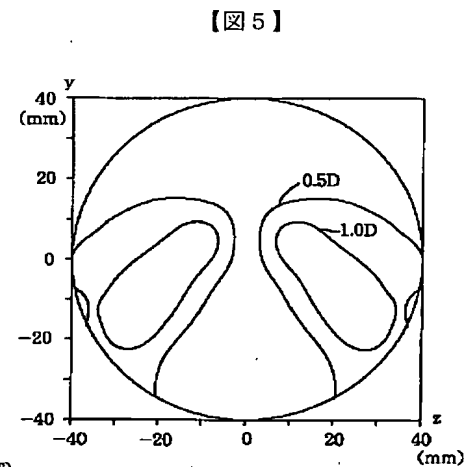
10 L レンズ

OG 幾何中心

12



【図4】



【図6】

